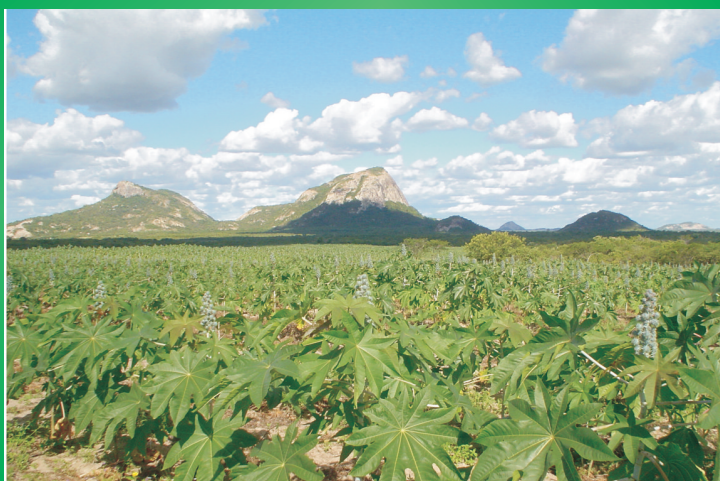


Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento **61**
ISSN 0103-0841
Agosto, 2005

**Adubação Química da Mamoneira com Macro
e Micronutrientes em Quixeramobim, CE**



Embrapa

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente

Silvio Crestana
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Paterniani

Cláudia Assunção dos Santos Viegas

Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Silvio Crestana
Diretor-Presidente

Tatiana Deane de Abreu Sá

José Geraldo Eugênio de França

Kepler Euclides Filho

Diretores Executivos

Embrapa Algodão

Robério Ferreira dos Santos
Chefe Geral

Luiz Paulo de Carvalho
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Maria Auxiliadora Lemos Barros
Chefe Adjunto de Administração

José Renato Cortéz Bezerra
Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão

ISSN 0103-0841
Agosto, 2005

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 61

Adubação Química da Mamoneira com Macro e Micronutrientes em Quixeramobim, Ce

Liv Soares Severino
Gilvan Barbosa Ferreira
Cássia Regina de Almeida Moraes
Tarcísio Marcos de Souza Gondim
Whertas Saldanha de Almeida Freire
Diego Almeida de Castro
Gleibson Dionízio Cardoso
Napoleão Esberard de Macedo Beltrão

Campina Grande, PB.
2005

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Algodão

Rua Osvaldo Cruz, 1143 – Centenário
Caixa Postal 174
CEP 58107-720 - Campina Grande, PB
Telefone: (83) 3315-4300
Fax: (83) 3315-4367
algodao@cnpa.embrapa.br
http://www.cnpa.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Luiz Paulo de Carvalho
Secretária: Nívia Marta Soares Gomes
Membros: Cristina Schetino Bastos
Fábio Akiyoshi Suinaga
Francisco das Chagas Vidal Neto
Gilvan Barbosa Ferreira
José Américo Bordini do Amaral
José Wellington dos Santos
Nair Helena Arriel de Castro
Nelson Dias Suassuna

Supervisor Editorial: Nívia Marta Soares Gomes

Revisão de Texto: Liv Soares Severino

Tratamento das ilustrações: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Capa: Flávio Tórres de Moura/Maurício José Rivero Wanderley

Editoração Eletrônica: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

1ª Edição

1ª impressão (2005): 500 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB).

Adubação Química da Mamoneira com Macro e Micronutrientes em Quixeramobim, CE, por Liv Soares Severino e outros. Campina Grande, 2005.

23p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 61).

1. Mamona-Adubação. 2. Química-Quixeramobim. I. Severino, L.S. II. Ferreira, G.B. III. Moraes, C.R. de A. IV. Gondim, T.M. de S. V. Freire, W.S. de A. VI. Castro, D.A. de. VII. Cardoso, G.D. VIII. Beltrão, N.E. de M. IX. Título. X. Série.

CDD 633.85

© Embrapa 2005

Sumário

Resumo	6
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões	20
Referências Bibliográficas	22

Adubação Química da Mamoneira com Macro e Micronutrientes em Quixeramobim, Ce

Liv Soares Severino¹

Gilvan Barbosa Ferreira²

Cássia Regina de Almeida Moraes³

Tarcísio Marcos de Souza Gondim¹

Whertas Saldanha de Almeida Freire³

Diego Almeida de Castro³

Gleibson Dionízio Cardoso¹

Napoleão Esberard de Macedo Beltrão²

Resumo

A adubação mineral é uma prática eficiente no aumento da produtividade da mamoneira. Entretanto, poucas pesquisas têm sido feitas com essa cultura no Nordeste, a maior Região produtora do Brasil. Mamoneiras (cv. BRS 149 Nordestina) foram cultivadas em Quixeramobim, CE, objetivando-se verificar o efeito da adubação mineral com macro e micronutrientes sobre o seu crescimento e produção. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com 3 repetições e 14 tratamentos em distribuição de Matriz Baconiana. Todos os nutrientes foram fornecidos em fundação, com o uso de cobertura de nitrogênio aos 45 dias. O calcário foi fornecido como fonte de cálcio e magnésio. Aos 130 dias após o plantio, coletaram-se dados de altura da planta, altura do primeiro cacho, diâmetro do caule, número de nós até o primeiro cacho, comprimento da parte masculina e da parte feminina do cacho. Aos 210 dias após o plantio mediu-se a produtividade. Calculou-se o comprimento do cacho e a razão entre o comprimento da parte feminina e masculina. Mediu-se o teor de óleo das sementes por ressonância nuclear magnética. As características ligadas ao crescimento foram pouco influenciadas pelas doses de nutrientes, entretanto sendo superior ao tratamento sem adubação. As plantas tiveram excessivo crescimento em altura. O aumento nas doses de fósforo promoveu incremento linear do teor de óleo nas sementes. A produtividade foi significativamente influenciada pela adubação, aumentando de 1.072 para 2.298 kg/ha, especialmente com o fornecimento de adubo nitrogenado.

¹Engº Agrº, M.Sc. Embrapa Algodão, CEP 58107-720 Campina Grande, PB, e-mail: liv@cnpa.embrapa.br, , tarcisio@cnpa.embrapa.br, gleibson@cnpa.embrapa.br

²Eng. Agrº, D.Sc. Embrapa Algodão, e-mail: gilvanbf@cnpa.embrapa.br, nbeltrao@cnpa.embrapa.br,

³Estudante de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, estagiária da Embrapa Algodão

Chemical Fertilization of Castor With Macro and Minor Nutrients at Quixeramobim, CE

Abstract

Chemical fertilization is an efficient technique for increasing castor yield. However, few research has been made on this issue at Northeast Brazil, the main producing region on the country. Plants of *Ricinus communis* (cv. BRS 149 Nordestina) were cultivated in Quixeramobim-CE, in order to evaluate effect on growth and yield of fertilizing with macro and minor nutrients in a randomized blocks design with 3 replications and 14 treatments. All nutrients were supplied at planting, except Nitrogen that was split in two applications. Lime was added as source of calcium and magnesium. At 130 days after planting data on plant height, first bunch height, male part length and female part length. At 210 days after planting yield was measured. Bunch length and female/male ratio was calculated. Oil content was measured by Nuclear Magnetic Resonance. Characteristics related to plant growing were low affected by treatments except in the absence of fertilization. Plants had excessive height growth. Seed oil content was increased in response to phosphorus doses. Yield was increaser from 1.072 to 2.298 kg/ha due to fertilization, specially nitrogen.

Index terms: fertilization, nitrogen, phosphorus, potash, yield, oil content

Introdução

A adubação é uma das principais tecnologias usadas para aumento da produtividade e da rentabilidade, embora tenha alto custo e possa aumentar o risco do investimento feito na lavoura.

A cultura da mamoneira carece de informações sobre tecnologia para fertilização do solo, pois há poucos relatos na literatura sobre seu comportamento em diferentes condições como cultivares, níveis de fertilidade do solo, clima, disponibilidade de água etc. Porém, sabe-se que esta planta é exigente em fertilidade e que é possível aumentar sua produtividade pelo adequado fornecimento de nutrientes através da adubação.

A mamoneira exporta da área de cultivo cerca de 80 kg/ha de N, 18 kg/ha de P_2O_5 e 32 kg/ha de K_2O , 13 kg/ha de CaO e 10 kg/ha de MgO para cada 2.000 kg/ha de baga produzida, no entanto, a quantidade de nutriente absorvida aos 133 dias da germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21 kg/ha de N, P_2O_5 , K_2O , CaO e MgO, respectivamente (CANECCHIO FILHO e FREIRE, 1958; NAKAGAWA e NEPTUNE, 1971). Com isto, observa-se que a mamoneira tem alto requerimento de nutrientes para obter uma produtividade adequada.

Os teores foliares de N chegam a 41,3 g/kg aos 64 dias da germinação e é comum se encontrar na torta de mamona 45 a 46 g/kg desse nutriente, teor considerado muito alto (COSTA et al., 2004; RAIJ et al., 1996; NAKAGAWA e NEPTUNE, 1971). O nitrogênio faz parte da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila dentre outras moléculas. Sua deficiência geralmente reduz o crescimento da planta, tornando-a amarelada pela perda da clorofila e provocando amadurecimento precoce, diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos (SANTOS et al., 2004a; MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 1989).

O fósforo faz parte da estrutura da planta e de várias moléculas chave no metabolismo, sendo componente das membranas (fosfolipídios), do RNA, DNA, ATP e ésteres de carboidratos, dentre outras moléculas. Sua deficiência na maioria das plantas reduz o crescimento, provoca acúmulo de amido nos cloroplastos, inibe o transporte de carboidratos e a atividade de todas as enzimas que dependem de fosforilação, em especial aquelas envolvidas na absorção ativa de nutrientes (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 1989;). Os sintomas da

deficiência de P se inicia com a formação de folhas fortemente esverdeadas que sofrem clorose no tecido paralelo à nervura, isolando tecido internerval esverdeado; em seguida, as folhas viram os bordos para baixo, necrosam as margens, adquirem coloração verde-bronzeado, escurecem e caem (FERREIRA et al., 2004a).

O potássio induz a atividade de mais de 60 enzimas, mantendo a turgescência da folha, sendo essencial no transporte interno de açúcares e no equilíbrio eletroquímico da planta. Sob deficiência de potássio ocorre redução na atividade fotossintética das folhas, aumento da respiração radicular, direcionamento de carbono para as raízes que aumentam a relação raiz-parte aérea; redução na absorção de nitrato e aumento na de sódio, cálcio e magnésio; há redução no crescimento dos brotos e aumento no crescimento radicular (PEUKE et al., 2002). A deficiência visual de potássio, aparece após os 30 dias com clorose internerval e enrugamento da lâmina, seguida de clorose nos bordos superiores da folha, que avançam e alcançam toda a lâmina, tornando-a amarelada; as folhas secam nas bordas, murcham e se enrolam sobre sua face superior, caem sobre o caule e se destacam da planta (FERREIRA et al., 2004a).

A mamona é muito sensível a acidez (SOUZA e NEPTUNE, 1976) e a baixos teores de Ca, Mg, S, B e Cu no solo (SANTOS et al., 2004b; FERREIRA et al., 2004b), condições que impõem reduções na produtividade superiores a 50%. Ela é mais tolerante a deficiência de Fe, Mn, Mo e Zn, seja por sua baixa necessidade ou pela alta capacidade de extração desses nutrientes do solo (FERREIRA et al., 2004b).

Com o presente estudo objetivou-se de avaliar os efeitos da adubação mineral com nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (os dois últimos, fornecidos através de calcário) e micronutrientes (boro, cobre, zinco, manganês e ferro) sobre o crescimento, expressão sexual, produtividade e teor de óleo nas sementes da cultivar de mamona BRS 149 Nordestina nas condições edafoclimáticas do Município de Quixeramobim, Estado do Ceará.

Material e Métodos

Sementes da cultivar BRS 149 Nordestina foram plantadas na Fazenda Normal, Município de Quixeramobim, Estado do Ceará, no mês de fevereiro de 2004.

Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com três repetições e 14 tratamentos distribuídos em Matriz Baconiana (Tabela 1), na qual um dos nutrientes é fornecido em quantidades variáveis enquanto os outros são mantidos em um nível referencial de 50-60-40 kg/ha de N, P e K, respectivamente. Testou-se também a adição de 330 kg/ha de calcário dolomítico (para aumentar os teores de Ca + Mg para 20 mmol_c/dm³, aumentar a CTC para próximo de 60% de saturação em bases e fornecer esses nutrientes à planta) e uma mistura de micronutrientes contendo o equivalente a 1 kg/ha de boro, 0,5 kg/ha de cobre, 1 kg/ha de ferro, 1 kg/ha de manganês e 1 kg/ha de zinco.

Cada parcela constou de sete linhas com 6m de comprimento, espaçadas entre si de 2,5m e 1m entre plantas. Foram consideradas úteis apenas as cinco linhas centrais, totalizando 105m² de área total e 75m² de área útil.

O nitrogênio nas doses de 50 e 100 kg/ha foi aplicado 50% no plantio e 50% após 45 dias. Os demais nutrientes foram todos aplicados em fundação, inclusive o nitrogênio na dose de 25 kg/ha. Como fonte de nutrientes, utilizou-se sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio. O calcário utilizado continha 32% de CaO e 12% de MgO, com PRNT de 45%. Os

Tabela 1. Distribuição das doses de Nitrogênio, Fósforo, Potássio e micronutrientes em matriz baconiana.

Tratamento	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Micronutrientes	Calcário (kg/ha)
1	0	0	0	0	0
2	50	60	40	1x	330
3	0	60	40	1x	330
4	25	60	40	1x	330
5	100	60	40	1x	330
6	50	0	40	1x	330
7	50	30	40	1x	330
8	50	120	40	1x	330
9	50	60	0	1x	330
10	50	60	20	1x	330
11	50	60	80	1x	330
12	50	60	40	0	330
13	50	60	40	2x	330
14	50	60	40	1x	0

micronutrientes foram todos fornecidos na forma de sulfato. Os fertilizantes foram colocados na cova de plantio imediatamente antes do semeio. Colocaram-se 3 sementes por cova, realizando-se desbastes para uma planta por cova aos 15 dias após a emergência. Durante o ciclo da cultura realizou-se controle das plantas daninhas com enxada e controle químico de formigas, mas não ocorreram doenças ou pragas que necessitassem de intervenção.

Aos 130 dias após o plantio, foram tomadas as medidas de altura da planta, altura de inserção do primeiro cacho, diâmetro do caule na base, número de nós até o primeiro cacho, e comprimento da parte masculina e feminina do cacho. Calculou-se a razão entre o comprimento da parte feminina e masculina e o comprimento total do cacho. Aos 210 dias após o plantio, mediu-se a produtividade, colhendo-se e pesando os frutos e convertendo para peso de sementes pela constante 0,61. Para medição do teor de óleo, as sementes foram secas em estufa a 40°C por 24h e submetidas a análise por ressonância nuclear magnética.

Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância e análise de regressão por polinômios ortogonais, conforme Ferreira (1996). Para as características em que se encontrou significância, calcularam-se os coeficientes da regressão. Nos tratamentos testemunha e de adição de calcário, considerou-se que a detecção de efeito significativo pelo Teste F da Análise de Variância corresponde à diferença significativa entre as médias, pois só há duas médias.

Resultados e Discussão

A análise do solo do local de realização do experimento é apresentada na Tabela 2. O solo apresentava acidez leve (pH 5,6) com presença de alumínio em baixo teor (1,0 mmol_c/dm³). A saturação de bases apresentava-se baixa (57%), baixo teor de fósforo (2,15 mg/dm³) e baixo teor de matéria orgânica (11,48 g/kg). Em resumo, a fertilidade do solo era muito baixa, caracterizando a necessidade de adubação.

A estação chuvosa do ano de 2004 foi atípica com precipitações acima da média histórica. Entre janeiro e agosto foram registrados 1.270mm de chuva, sendo que só no mês de janeiro e metade de fevereiro, antes do plantio, as chuvas

Tabela 2. Análise química do solo do local do experimento. Fazenda Normal, Quixeramobim, CE, 2004

pH	Complexo Sortivo (mmol _c /dm ³)							mmol _c /dm ³	mg/dm ³	g/kg	
01:02,5	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	S	H + Al	T	V (%)	Al ⁺³	P	M.O.
5,6	10,0	4,0	0,5	1,7	16,2	12,4	28,6	57,0	1,0	2,2	11,5

* análises feitas no Laboratório de Solos da Embrapa Algodão

totalizaram 511mm. Após o plantio a precipitação pluvial totalizou 758mm (Tabela 3), tendo sido suficiente para o pleno desenvolvimento das plantas. As chuvas foram bem distribuídas ao longo do ciclo da cultura, ou seja, abundantes na fase de crescimento e enchimento dos frutos, mas escassas na época da colheita (meses de agosto e setembro).

O Resumo da Análise de variância das características avaliadas está apresentado nas Tabelas 4 e 5. Entre as características ligadas ao crescimento da planta (Tabela 4) o único efeito significativo foi observado no tratamento testemunha. Ou seja, as adubações utilizadas em seu conjunto favoreceram maior crescimento das plantas, especialmente, em diâmetro caulinar, comprimento de internódio e altura de inserção do 1º cacho, quando comparada com a testemunha sem adubação.

Esses efeitos, apesar da menor intensidade, são concordantes com os observados por Ferreira et al. (2004a, b), Santos et al. (2004a, b) e Nakagawa e Neptune (1971), os quais mostraram que a mamoneira sofre sérias restrições em seu crescimento quando ocorrem baixos teores de nutrientes no solo.

Tabela 3. Pluviometria durante o período de realização do experimento. Fazenda Normal, Quixeramobim, CE, 2004

Fevereiro*	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Total
108mm	264mm	64mm	89mm	186mm	42mm	5mm	758mm

* precipitação ocorrida após o plantio

Tabela 4. Resumo da Análise de variância da altura da planta, altura do primeiro cacho, número de nós até o primeiro cacho, comprimento médio do internódio e diâmetro do caule da mamoneira. Quixeramobim, CE, 2004.

F.V.	G. L.	Quadrado Médio				
		Altura da planta	Altura do 1º cacho	Nº nós até 1º cacho	Comprim. internódio	Diâmetro do caule
Tratamentos	13	0,46 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,10 ^{ns}	48,31 ^{ns}
Nitrogênio	3	0,26 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,75 ^{ns}	45,39 ^{ns}
Linear	1	0,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}	3,46 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1,75 ^{ns}
Quadrática	1	0,66 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,97 ^{ns}	125,84 ^{ns}
Falta de ajuste	1	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,08 ^{ns}	8,57 ^{ns}
Fósforo	3	0,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,61 ^{ns}	19,47 ^{ns}
Linear	1	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,16 ^{ns}	2,41 ^{ns}
Quadrática	1	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,30 ^{ns}
Falta de ajuste	1	0,06 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,56 ^{ns}	55,69 ^{ns}
Potássio	3	0,22 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,66 ^{ns}	0,65 ^{ns}	39,10 ^{ns}
Linear	1	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,18 ^{ns}	2,30 ^{ns}
Quadrática	1	0,53 ^{ns}	0,03 ^{ns}	3,52 ^{ns}	1,77 ^{ns}	109,14 ^{ns}
Falta de ajuste	1	0,09 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,00 ^{ns}	5,86 ^{ns}
Micronutrientes	2	0,20 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,50 ^{ns}	3,56 ^{ns}
Linear	1	0,05 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,91 ^{ns}	2,33 ^{ns}
Falta de ajuste	1	0,35 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,09 ^{ns}	4,80 ^{ns}
Calcário	1	0,32 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,35 ^{ns}
Testemunha	1	1,02 ^{ns}	0,21 [*]	0,96 ^{ns}	3,57 [*]	176,58 [*]
Blocos	2	0,91	0,32	20,28	1,99	72,91
Resíduo	26	0,27	0,04	1,20	0,84	39,85
CV (%)		21,00	16,70	5,00	16,40	15,70

**, * e ns correspondem respectivamente a significativo a 1%, 5% e não-significativo a 5% pelo Teste F.

O alto coeficiente de variação contribuiu para que nas demais características não se detectassem efeitos significativos até 5% de probabilidade. Entre as características ligadas à expressão sexual (Tabela 5) vários efeitos significativos foram observados. O comprimento do cacho sofreu efeito linear das doses de nitrogênio e diferiu na testemunha. O comprimento da parte feminina aumentou de forma quadrática com as doses de nitrogênio e foi maior que o tratamento testemunha, enquanto o comprimento da parte masculina do cacho cresceu linearmente com as doses de nitrogênio, mas, ao contrário da parte feminina, não foi influenciado pela adição de calcário. A razão entre comprimento da parte feminina e masculina sofreu influência quadrática das doses de nitrogênio e de potássio.

Tabela 5. Resumo da Análise de variância do comprimento do cacho, comprimento da parte feminina, comprimento da parte masculina, razão do comprimento da parte feminina e masculina, teor de óleo e produtividade da mamoneira submetida a doses de macro e micronutrientes. Fazenda Normal, Quixeramobim, CE, 2004

F.V.	G.L.	Quadrado Médio				Teor de óleo	Produtividade
		Comprim. do cacho	Comprim. Parte $\left \begin{smallmatrix} \text{♀} \end{smallmatrix} \right.$	Comprim. Parte $\left \begin{smallmatrix} \text{♂} \end{smallmatrix} \right.$	Comprim. $\left \begin{smallmatrix} \text{♀/♂} \end{smallmatrix} \right.$		
Tratamentos	13	72,01 **	56,11 **	7,22 **	0,63	2,46	326.063,94
Nitrogênio	3	72,83 *	59,98	10,23 **	0,98 *	1,74	410.955,80
Linear	1	154,88 **	69,98	16,64 **	0,05	0,01	296.244,27
Quadrática	1	61,65	86,40 *	2,08	1,25 *	1,85	854.186,88 *
Falta de ajuste	1	1,94	23,56	11,97	1,64	3,37	82.436,27
Fósforo	3	14,45	9,07	9,52 **	0,62	3,87	425.145,60
Linear	1	42,25	9,44	11,75 *	0,18	11,04 *	320.558,12
Quadrática	1	1,05	0,05	0,63	0,00	0,54	97.776,85
Falta de ajuste	1	0,04	17,71	16,17	1,69	0,01	857.101,82
Potássio	3	28,88	28,43	6,19 *	0,76	1,41	184.281,17
Linear	1	21,36	12,06	1,32	0,01	0,18	104.233,34
Quadrática	1	4,08	34,34	14,74 **	2,26 **	2,02	280.663,25
Falta de ajuste	1	61,21	38,88	2,52	0,02	2,01	167.946,92
Micronutrientes	2	25,16	25,60	1,47	0,47	1,09	239.737,67
Linear	1	36,41	46,37	0,60	0,87	1,93	160.328,11
Falta de ajuste	1	13,90	4,83	2,35	0,06	0,26	319.147,24
Calcário	1	58,91	16,34	13,20 **	0,47	1,74	261.918,83
Testemunha	1	168,54 **	136,33 **	1,71	0,56	0,01	2.258.048,11 **
Blocos	2	238,75	171,77	15,19	1,09	2,81	142.705,43
Resíduo	26	21,89	20,01	2,07	0,30	2,52	191.552,00
CV (%)		9,40	12,10	11,20	18,70	3,20	23,90

O teor de óleo apresentou baixo coeficiente de variação (3,2%), sendo observado efeito linear significativo das doses de fósforo. Quanto à produtividade, houve alto coeficiente de variação (23,9%) e os únicos efeitos significativos detectáveis a 5% de probabilidade foram observados nas doses de nitrogênio (efeito quadrático) e na comparação da adubação executada com a testemunha.

Entretanto, fica evidente pelas médias dos dados apresentados nas Tabelas 6 e 7 que o aumento da produtividade se dá à medida em que a adubação aumenta a relação de flores femininas para as masculinas, sendo mais intensa a resposta quando tanto o tamanho do cacho aumenta, como suas partes femininas e masculinas crescem. Devido à forte demanda de nitrogênio para otimizar os processos bioquímicos na planta, especialmente a fotossíntese, e suprir o forte dreno de proteína das sementes (MARSCHNER, 1995), aos baixos teores de

Tabela 6. Médias de altura da planta, altura do primeiro cacho, número de nós até o 1º cacho, comprimento médio do internódio e diâmetro caulinar da mamoneira nos tratamentos com e sem adubação; e em função de doses de **nitrogênio, fósforo, potássio, micronutrientes e calcário (cálcio + magnésio)**. Fazenda Normal, Quixeramobim, CE, 2004

Tratamentos*	Médias				
	Altura da planta	Altura do 1º cacho	Numero de nós até 1º cacho	Comprimento do internódio	Diâmetro caulinar
	m			cm	mm
Adubação					
Sem adubação	1,80	0,92 *	20,87	4,45 *	32,64 *
Com adubação	2,62	1,30 *	21,67	5,99 *	43,49 *
Nitrogênio					
Sem nitrogênio	2,00	1,03	21,00	4,92	35,16
25 kg/ha	2,58	1,26	21,47	5,88	41,56
50 kg/ha	2,62	1,30	21,67	5,99	43,49
100 kg/ha	2,26	1,21	22,67	5,34	36,94
Fósforo					
Sem Fósforo	2,40	1,18	21,73	5,43	38,92
30 kg/ha	2,41	1,13	22,00	5,13	38,11
60 kg/ha	2,62	1,30	21,67	5,99	43,49
120 kg/ha	2,41	1,33	22,07	6,06	42,05
Potássio					
Sem Potássio	2,41	1,25	23,33	5,33	39,10
30 kg/ha	2,79	1,29	21,87	5,88	44,97
60 kg/ha	2,62	1,30	21,67	5,99	43,49
120 kg/ha	2,16	1,13	22,37	5,01	37,30
Calcário					
Sem calcário	3,08	1,43	22,13	6,43	43,97
Com calcário	2,62	1,30	21,67	5,99	43,49
Micronutrientes					
Sem micronutriente	2,95	1,53	22,90	6,60	44,42
Com micronutriente	2,62	1,30	21,67	5,99	43,49
2x micronutriente.	3,13	1,28	22,03	5,82	45,66

- todos os tratamentos receberam a adubação padrão de 50 kg/ha de N, 40 kg/ha de K, 330 kg/ha de calcário e micronutrientes, havendo apenas a variação que caracterizava o tratamento

- valores seguidos de * ou ** diferem entre si pelo Teste F da (Análise de Variância) respectivamente aos níveis de 5% e 1%

matéria orgânica (11,48 g/kg) e de fósforo (2,15 mg/dm³) e aos teores médios de potássio disponíveis (1,7 mmol_c/dm³) encontrados no solo (Tabela 2), a resposta em produtividade refletiu a fertilidade encontrada, sendo mais intensa quando comparada com a ausência do elemento ou produto, na seguinte ordem

Tabela 7. Médias do comprimento do cacho, comprimento da parte masculina, comprimento da parte feminina, razão entre comprimento da parte feminina e masculina, teor de óleo e produtividade da mamoneira nos tratamentos com e sem adubação; e diferentes doses de **nitrogênio, fósforo, potássio, micronutrientes e calcário (cálcio + magnésio)**. Fazenda Normal, Quixeramobim, CE, 2004

Tratamentos	Médias							
	Comprim. cacho	Comprim. parte $\left \frac{\text{f}}{\text{m}} \right $	Comprim. parte $\left \frac{\text{f}}{\text{m}} \right $	Comprim. $\left \frac{\text{f}}{\text{m}} \right $	Teor de óleo	Produtiv.	Ganho acima da testemunha	Perda de potencial produtivo
	cm				%	kg/ha	%	
Adubação								
Sem adubação	38,83 **	9,87 **	28,97 **	2,95 **	48,07 **	1.072,00 **	0	55
Com adubação	49,43 **	10,93 **	38,50 **	3,57 **	48,14 **	2.298,93 **	114	4
Nitrogênio								
Sem nitrogênio	40,97 ^L	12,50 ^L	28,47 ^Q	2,32 ^Q	49,87	1.476,53 ^Q	38	38
25 kg/ha	51,57 ^L	14,67 ^L	36,90 ^Q	2,51 ^Q	49,57	2.217,07 ^Q	107	8
50 kg/ha	49,43 ^L	10,93 ^L	38,50 ^Q	3,57 ^Q	48,14	2.298,93 ^Q	114	4
100 kg/ha	50,97 ^L	14,77 ^L	36,20 ^Q	2,47 ^Q	49,41	1.972,27 ^Q	84	18
Fósforo								
Sem Fósforo	47,07	11,67 ^L	35,40	3,02	47,61 ^L	1.494,13	39	38
30 kg/ha	50,97	14,93 ^L	36,03	2,45	48,84 ^L	1.728,00	61	28
60 kg/ha	49,43	10,93 ^L	38,50	3,57	48,14 ^L	2.298,93	114	4
120 kg/ha	52,15	13,28 ^L	38,87	3,03	50,23 ^L	2.171,73	103	9
Potássio								
Sem Potássio	53,50	14,27 ^Q	39,23	2,79 ^Q	49,58	1.864,80	74	22
30 kg/ha	54,30	11,87 ^Q	42,43	3,64 ^Q	49,35	1.898,13	77	21
60 kg/ha	49,43	10,93 ^Q	38,50	3,57 ^Q	48,14	2.298,93	114	4
120 kg/ha	47,90	12,97 ^Q	34,93	2,69 ^Q	49,55	1.720,53	60	28
Calcário								
Sem calcário	55,70	13,90 [*]	41,80	3,01	49,22	1.881,07	75	22
Com calcário	49,43	10,93 [*]	38,50	3,57	48,14	2.298,93	114	4
Micronutrientes								
Sem micronutriente	54,53	11,70	42,83	3,77	48,35	1.736,00	62	28
Com micronutriente	49,43	10,93	38,50	3,57	48,14	2.298,93	114	4
2x micronutriente.	49,61	12,33	37,27	3,01	47,22	2.062,93	92	14

- todos os tratamentos receberam a adubação padrão de 50 kg/ha de N, 40 kg/ha de K, 330 kg/ha de calcário e micronutrientes, havendo apenas a variação que caracterizava o tratamento

- valores seguidos de * ou ** diferem entre si pelo Teste F da (Análise de Variância) respectivamente aos níveis de 5% e 1%

- valores seguidos das letras L e Q apresentaram respectivamente comportamento linear e quadrático na análise de regressão por polinômios ortogonais

- os ganhos de produção são calculados sobre a produtividade obtida pela testemunha absoluta e equivale a: $\text{Ganho} = \{ [100 \times (\text{tratamento qualquer} - \text{tratamento sem adubação nenhuma})] - 100 \}$;

- a perda de produtividade é calculada sobre a máxima produtividade obtida (2.399 kg/ha com a dose de 58,6 kg/ha de nitrogênio), usando a fórmula: $\text{Perda de Produção Potencial} = \{ 100 - [(\text{produção do tratamento qualquer} - 2.399 \text{ kg/ha}) \times 100] \}$.

decrecente: $N < P < \text{micro} < \text{calcário} < K$. A fertilidade natural permitiu a

expressão de apenas 46,6% do potencial de produção da cultura (Tabela 7).

Esses dados são concordantes com aqueles descritos por Nakagawa e Neptune (1971) e mostram a necessidade de uma adubação balanceada para otimizar a produtividade e a produção de óleo da cultura.

A altura das plantas foi muito influenciada pelos tratamentos. Nas plantas que não receberam adubação a altura foi 31 % menor, reduzindo-se de 2,62m para 1,8m (Tabela 6), valor que foi significativo a 6,6% pelo Teste F. Nas demais doses dos outros nutrientes avaliados as plantas cresceram muito, mas houve pequena diferença entre os tratamentos. Segundo Weiss (1983), sabe-se que variedades de qualquer espécie vegetal podem responder de forma diferente em crescimento e produção a determinado nível de nutrição, de forma que plantas selecionadas para crescer em determinado nível de nutrientes foram adaptadas para produzir o máximo naquele nível. É por isso que raramente a mamoneira é cultivada em solos muito férteis, pois nessas condições ela tende a produzir grande massa vegetativa em detrimento à produção de sementes.

A cultivar BRS 149 Nordestina é um exemplo de planta que tem tendência a excessivo crescimento vegetativo quando há disponibilidade de nutrientes e umidade no solo, condições observadas no presente experimento. Em alguns casos, como na dose 2x de micronutrientes, as plantas atingiram a média de 3,13m. Este crescimento vegetativo excessivo, além de dificultar a colheita, diminui a produtividade, pois o gasto de energia para formação de folhas e caules compete com a produção das sementes. Este fato deve ser observado na condução de plantios irrigados, onde se deve evitar o fornecimento de água em abundância e fertilizantes de forma desequilibrada sob risco de causar crescimento excessivo em altura e diminuição na produtividade. Dados da experiência diária e de pesquisas anteriores (AZEVEDO et al., 2001) têm mostrado que essa realidade é comum para a maioria das plantas de mamoneira de porte médio e alto e impõe um desafio adicional ao melhoramento de plantas: sintetizar variedades com maior índice de colheita, que ao mesmo tempo tenha como características distintivas menor crescimento arbustivo, maior produtividade de baga e de óleo e uso mais eficiente de adubos e corretivos.

A altura do primeiro cacho é uma característica ligada à precocidade da planta, sendo considerada mais precoce a planta que lança o primeiro cacho em menor altura. Porém, no presente experimento a altura do cacho foi maior nas plantas adubadas não pela precocidade, mas pelo comprimento médio do internódio que aumentou de 4,45 cm para 5,99 cm (Tabela 6), não sendo percebida diferença no número de nós até o aparecimento do primeiro cacho.

Devido ao excessivo crescimento vegetativo, o diâmetro do caule das plantas foi muito alto, com média de 40cm. Apenas nas plantas que não receberam a adubação o diâmetro foi significativamente menor: 32,64cm em comparação com as plantas adubadas que tiveram diâmetro de 43,49cm.

As características ligadas à expressão sexual da mamoneira (comprimento da parte feminina e masculina e a razão entre as duas partes) estão sendo estudadas em diversos experimentos com o objetivo de entender como este comportamento é influenciado por fatores ambientais (umidade, temperatura, luminosidade) e elementos do manejo (fertilização, população de plantas, podas etc). Para que haja maior produção, deseja-se o aumento da parte feminina e diminuição da masculina. No presente experimento, o comprimento do cacho e o comprimento da parte feminina foram significativamente menores nas plantas que não receberam adubação (Tabela 7). O comprimento da parte masculina e a razão entre os dois comprimentos, também foram levemente maiores nas plantas adubadas, porém de forma não significativa. Os nutrientes testados apresentaram discreto efeito sobre a expressão sexual, havendo aumento na quantidade de flores femininas em relação às masculinas sob efeito das doses de nitrogênio e de potássio (Tabela 7).

Observou-se aumento do teor de óleo nas sementes em resposta ao aumento nas doses de fósforo. Entre a dose zero e 120 kg/ha de P, o teor aumentou de 47,61 para 50,23%, conforme gráfico apresentado na Figura 1. O fósforo participa de importantes reações químicas da fisiologia da planta, com destaque para os processos ligados ao fluxo de energia, compondo a molécula de ATP e outras moléculas de grande importância. Em plantas oleaginosas, especialmente, esse padrão de resposta é esperado devido à necessidade de altos gastos energéticos da planta para acumular óleos como substância de reserva, que compõe até 50,2% da semente, segundo os dados deste ensaio. Dos produtos comumente armazenados na semente (óleos, proteínas e carboidratos), os ácidos graxos componentes dos óleos são os que mais demandam gastos de ATP por grama de produtos armazenados (Beltrão et al., 2001). Esse comportamento envolvendo doses de fósforo e teor de óleo na semente precisa ser confirmado em outros ambientes antes de ser indicado como técnica de manejo voltada à melhoria desta característica de grande importância para a indústria de extração de óleo de mamona.

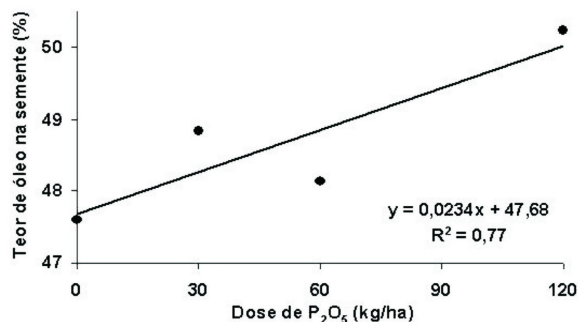


Fig. 1. Equação de regressão do teor de óleo em função de doses de fósforo na mamoneira cultivar BRS 149 Nordestina. Fazenda Normal, Quixeramobim, CE, 2004

A produtividade foi influenciada pela adubação. Nas plantas que receberam a adubação de referência a produtividade foi 114% maior que nas plantas que não foram adubadas. Devido ao alto coeficiente de variação (23,9%) só se detectou efeito significativo das doses de nitrogênio (efeito quadrático), conforme apresentado na Figura 2. Porém, se percebe tendência a aumento da produtividade também nas doses de fósforo, potássio, calcário e micronutrientes. Observa-se que o fornecimento em excesso de qualquer um dos nutrientes prejudicou a produtividade, principalmente porque houve boa disponibilidade de

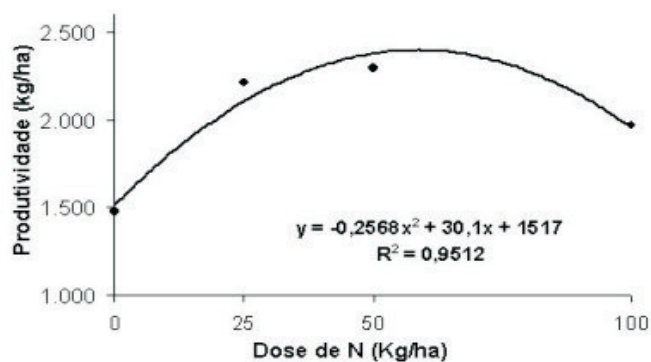


Fig. 2. Equação de regressão da produtividade em função de doses de nitrogênio na mamoneira cultivar BRS 149 Nordestina. Fazenda Normal, Quixeramobim, CE, 2004

água e a cultivar tem tendência a crescimento em altura. A dose estimada de nitrogênio que propiciou a maior produtividade foi de 58,6 kg/ha, com a qual se obteve produtividade de 2.399 kg/ha, sendo que na dose de 100 kg/ha a produtividade caiu para 1.972 kg/ha.

A adubação de referência (50-60-40 N-P₂O₅-K₂O + calagem + micro) promoveu um aumento de 114% na produtividade comparada com a parcela não adubada (Tabela 7). O único nutriente que pode ser ajustado para melhorar a produtividade é o nitrogênio. Com o uso de 58,6 kg/ha desse nutriente a produtividade alcançada foi cerca de 124% maior que a testemunha absoluta, dando um ganho líquido de 10% sobre a recomendação padrão utilizada. Para os demais nutrientes, o uso de doses menores ou maiores promove perda de produtividade e de investimento do recurso aplicado.

Comparando-se a ausência do fator em estudo aplicado com a maior resposta obtida (2.399 kg/ha), observa-se que todos os nutrientes usados são necessários para uma produção otimizada. A ausência de correção para níveis adequados dos teores de N, P, K, Ca + Mg e micronutrientes promoveram redução do potencial de produção em 38, 38, 22, 22 e 28%, respectivamente. Desta forma, recomenda-se que além dos critérios oficiais existentes para a recomendação de adubação com macronutrientes e calagem, até que dados mais conclusivos sejam obtidos, que se faça uma adubação a cada 2-3 anos de cultivo na área com 0,5 kg/ha de cobre, 1 kg/ha de ferro, 1 kg/ha de manganês e 1 kg/ha de zinco; adicionalmente, a cada ano se faça uma adubação de 1 kg/ha de boro no plantio. Isto é necessário para evitar perdas de produção potencial.

Conclusões

- A mamoneira cultivar BRS 149 Nordestina teve a produtividade aumentada devido à adubação nas condições edafoclimáticas testadas; a adubação aumentou a produtividade em 114% em relação às plantas que não receberam adubo.
- A recomendação oficial de adubação e calagem foi adequada para uso nas condições de clima e solo de Quixeramobim-CE, necessitando apenas de ajustes quanto às doses de nitrogênio e de micronutrientes.

- O teor de óleo nas sementes aumentou em resposta às doses de fósforo, mas não foi influenciada pelos demais nutrientes.
- A disponibilidade de nutrientes associada a abundante umidade do solo promoveu crescimento excessivo em altura.
- O nitrogênio e o potássio promoveram mudanças na expressão sexual da mamoneira, favorecendo o aumento de produtividade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido do Consórcio Cenp Energia e do Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Fundeci) do Banco do Nordeste para a realização deste estudo.

Referências Bibliográficas

- AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo Cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.de; LIMA, E.F. (Eds.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.
- BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C.; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P.; VIEIRA, D.J. Fitologia. In: AZEVEDO, D.M.P.de; LIMA, E.F. (Eds.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.
- CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E.S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. **Bragantia**, v. 17, p.:243-259, 1958.
- COSTA, F.X.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, R.M.M.; LUCENA, A.M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Energia e Sustentabilidade - Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD.
- FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.M.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Energia e sustentabilidade - Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. CD-ROM.
- FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.M.; XAVIER, R.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de enxofre e micronutrientes na mamona (*ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Energia e sustentabilidade - Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. CD-ROM.
- FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2. ed. Maceió: EDUFAL, 1996. 606p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A.M.L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar "Campinas". **Anais da ESALQ**, v. 28, p. 323-337, 1971.

PEUKE, A.D., JESCHKE, W.D., HARTUNG, W. Flows of elements, ions and abscisic acid in *Ricinus communis* and site of nitrate reduction under potassium limitation. **Jornal of Experimental Botany**, v. 53, n. 367, p.241-250, 2002.

RAIJ, B.V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. (Eds). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC - Boletim Técnico, 100)

SANTOS, A.C.M.; FERREIRA, G.B.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis*): descrição do efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004a, Campina Grande. **Energia e sustentabilidade - Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. CD-ROM.

SANTOS, A.C.M.; FERREIRA, G.B.; XAVIER, R.M.; FERREIRA, M.M.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de cálcio e magnésio na mamona (*ricinus communis* l.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004b, Campina Grande. **Energia e sustentabilidade - Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. CD-ROM.

SOUZA, E.A.; NEPTUNE, A.M.L. Resposta da cultura de *Ricinus communis* L à adubação e calagem. *Científica*, v. 4, n. 3, p. 274-281, 1976.

Embrapa

Algodão



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

